RESEARCH HIGHLIGHT

December 2005

Technical Series 05-117

PREDICTING TIME TO FOGGING OF INSULATED GLASS UNITS

INTRODUCTION

Predicting the inevitable repair or replacement of insulating glass (IG) (Figure 1) units is a big challenge for building managers. It requires an understanding of potential service life span and the regular collection of field observations of actual performance. IG unit performance and the financial planning necessary for eventual replacement are of prime importance to condominium corporations.

Observations at many buildings with like components allow building managers to correlate visible signs of deterioration with the likely time when repairs or replacement must be undertaken. Prediction of failure times is much more difficult when there are no visible signs of deterioration. "Failure" of insulating glass units is generally considered to occur when clear vision through the unit is obscured by condensation (fogging) within the unit, but there is usually no visual sign when this might occur. This affects the ability of building owners to accumulate funds for repair or replacement at a reasonable rate.

Gerald R. Genge Building Consultants Inc. through CMHC's External Research Program conducted a research project to investigate methods for predicting the time to failure of insulating glass units and to suggest ways of improving the prediction of failure of insulated glass units.

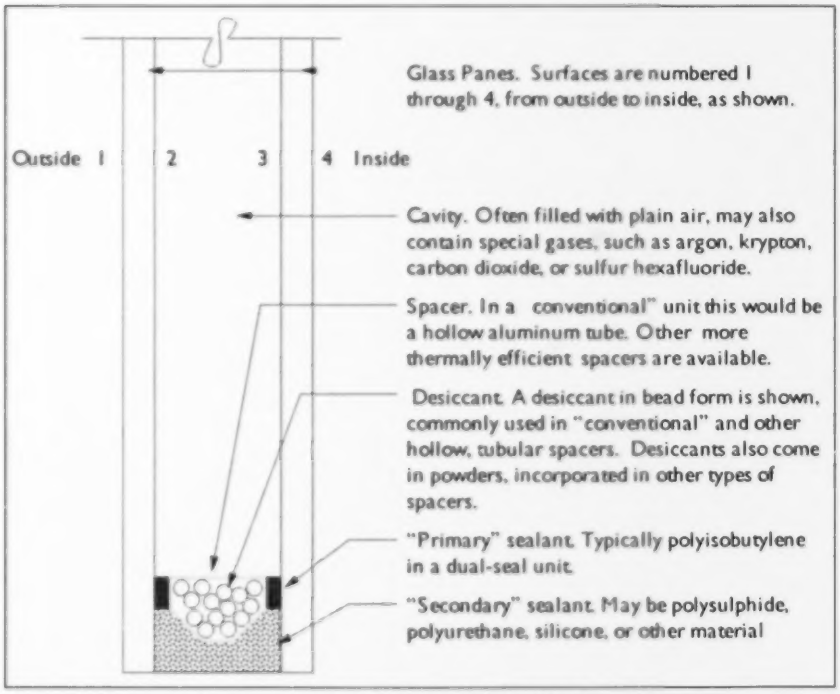
Glass Panes. Surfaces are numbered 1 through 4, from outside to inside, as shown.
Outside 1
2
3
4 Inside
Cavity. Often filled with plain air, may also contain special gases, such as argon, krypton, carbon dioxide, or sulfur hexafluoride.
Spacer. In a "conventional" unit this would be a hollow aluminum tube. Other more thermally efficient spacers are available.
Desiccant. A desiccant in bead form is shown, commonly used in "conventional" and other hollow, tubular spacers. Desiccants also come in powders, incorporated in other types of spacers.
"Primary" sealant. Typically polyisobutylene in a dual-seal unit.
"Secondary" sealant. May be polysulphide, polyurethane, silicone, or other material

Figure 1: Cross-section through the perimeter of a typical insulating glass unit

OBJECTIVES

The intent of this research was to document common modes of failure of insulating glass units and suggest methods to help building managers predict these failures and develop replacement plans.

The work elements included the following:

- Undertake a literature search to document performance and failure modes of IG units
- Assess existing IG unit failure prediction methods
- Suggest and test new prediction tools
- Recommend next steps

Canada

CMHC SCHL

HOME TO CANADIANS

PERFORMANCE OF INSULATING GLASS UNITS

This portion of the research reviewed and summarized information about why and how insulating glass units fail. The time to fogging is directly related to:

- **Moisture content of the cavity gas fill:** During manufacturing, the desiccant is exposed to the air in the manufacturing facility and adsorbs water vapour from it. Adsorption means water vapour is attracted to and condenses on the surface of the dessicant with no chemical combination of the two. If the latter occurs, then this is defined as absorption. If significant amounts of water vapour are adsorbed, the available moisture adsorption capacity of the desiccant in service is reduced, as is the amount of water vapour required to diffuse into the unit through the perimeter sealants to cause fogging.
- **Permeability and cross-section area of the perimeter sealants:** Permeability of insulating glass unit perimeter sealants varies (Figure 2). Polyisobutylene sealants have the highest resistance compared to polysulphide, polyurethane or silicone sealants. The volume of air trapped within an insulating glass unit changes, forcing the glass panes apart or causing them to bend (Figure 3) which causes the perimeter sealants to be stretched or compressed, affecting the path length and area of the sealants and, thus, their permeance.
- **Type and quantity of desiccant:** The desiccant in the perimeter spacer must adsorb water vapour and any volatile compounds that might be present (from sealants or paints). The greater the amount of desiccant, the longer the life span and vice versa.
- **Service environment:** The difference in water vapour concentration between the cavity gas fill and the environment outside the insulating glass unit to which the perimeter seal is exposed affects service life. The rate of water vapour transmission across the perimeter sealants is greater when the units are exposed to more humid service environments, shortening the time to fogging.

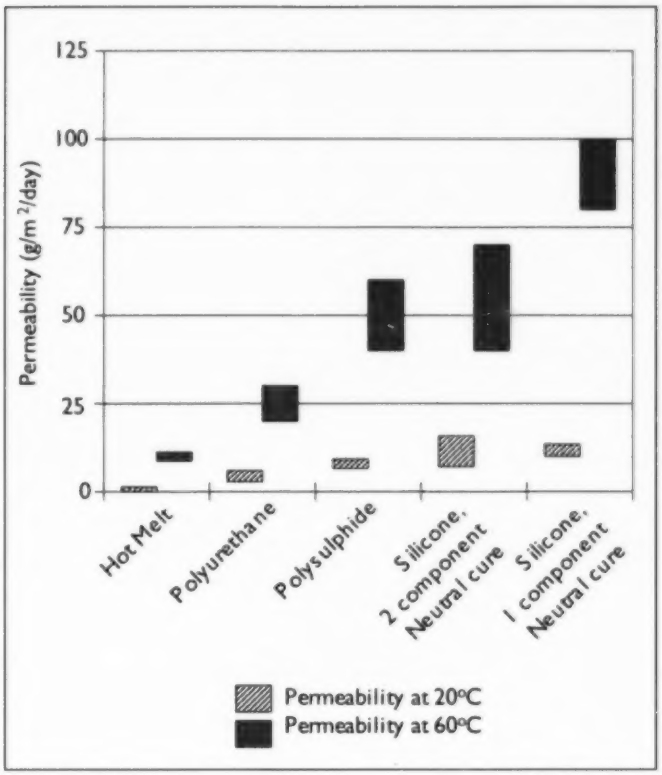

Figure 2: Water vapour transmission rates (permeability) for various insulating glass unit sealants

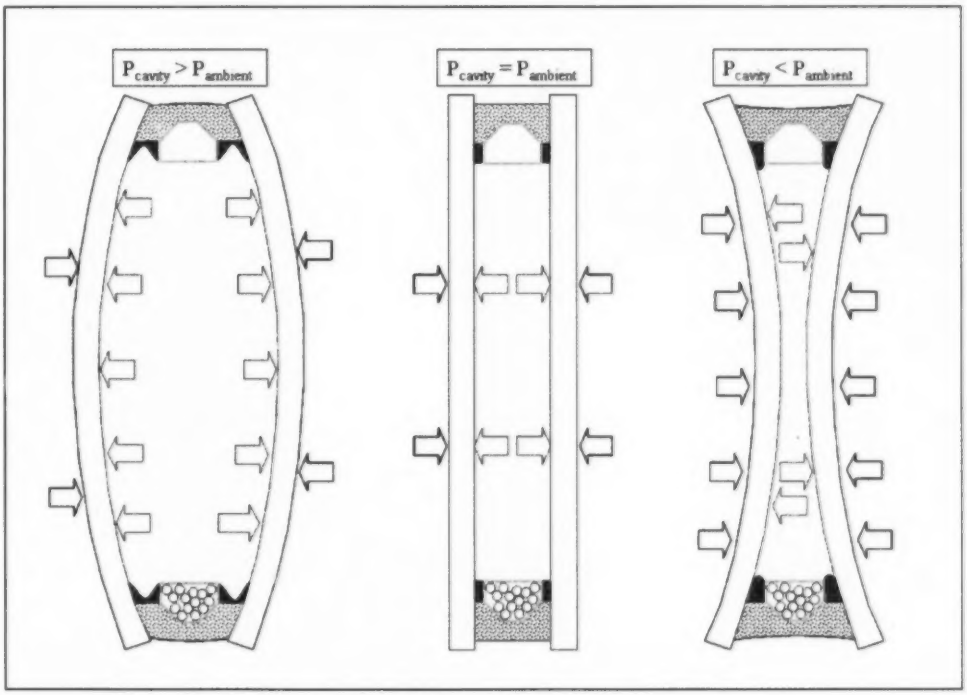

Figure 3: Effect of pane flexibility on sealant configuration

Prolonged contact with liquid water will degrade the perimeter sealants, also shortening the time to fogging (this is considered to be the most common cause for early fogging of units).

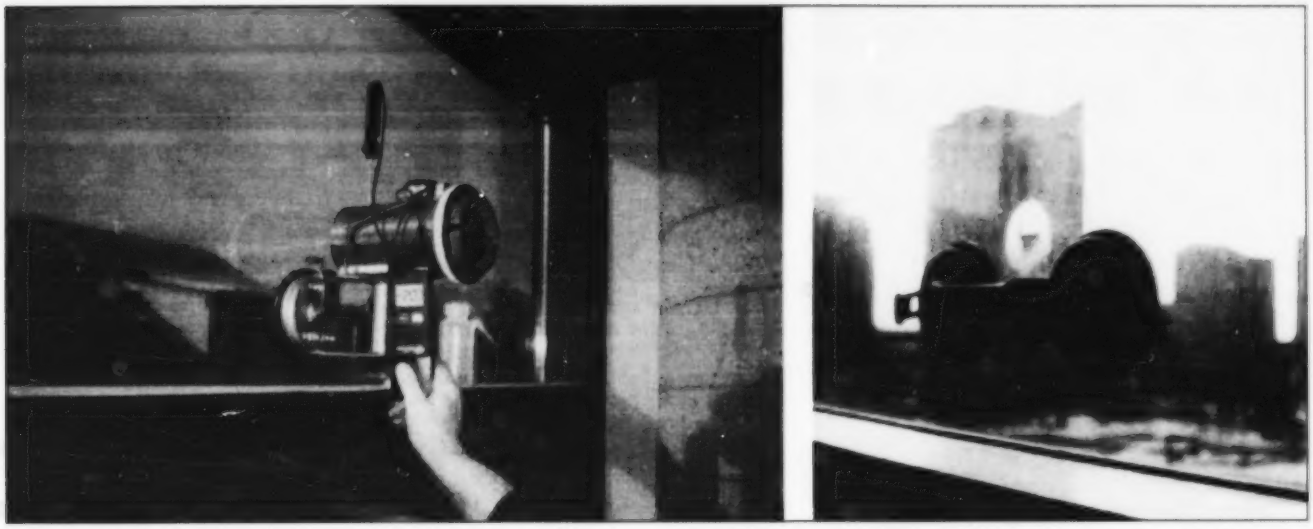

Figure 4: Field dew-point measurement apparatus: (Left) The unit is mounted on an insulating glass unit in contact with the inboard pane of glass. A digital thermometer inserted into the unit measures the temperature of unit in contact with the pane. (Right) The apparatus has been removed (except for the suction cups), revealing a circle of condensation or frost on the cavity-side surface of the pane, directly beneath the chilled contact area of the apparatus.

EXISTING METHOD FOR PREDICTING LIFE SPAN

A method to estimate time to fogging of insulating glass units installed in buildings was proposed in the 1980s (Spetz). It uses an indirect determination of the insulating glass unit cavity dew-point temperature (Figure 4) to estimate the degree of saturation of the desiccant contained in the spacer, from which a likely time to fogging can be inferred.

By relating dew-point measurements to desiccant manufacturer's technical data, it is possible to estimate desiccant moisture content (units with desiccant moisture content approaching saturation are likely to fail within a short time). This approach results in the following predictions:

- Dew-point less than -62°C (-80°F): there is almost no moisture in the IG unit cavity, thus the IG units can be expected to have a "very long expected future clear life"
- Dew-point between -62°C (-80°F) and -18°C (0°F): there is some moisture in the cavity, thus the IG unit can be expected to have a future clear life less than units with a dew-point temperature less than < -62°C (-80°F)
- Dew-point between -18°C (0°F) and 0°C (+32°F): there is "considerable" moisture in the air space, thus the IG units will have a relatively short future life. Estimation of remaining life span requires knowledge of the construction of the units, including the desiccant type and manufacturer;
- Dew-point greater than 0°C (32°F): permanent fogging of glass surfaces within the insulating glass unit (exposed to the cavity) can be expected to develop within two years.

There are two major drawbacks to this method. First, it is necessary to know the desiccant type and manufacturer—possible only if the IG unit manufacturer is still in business and cooperative. Second, only the last prediction comes with a timeframe and it is too short (two years), providing insufficient time for building owners to accumulate the substantial funds needed for replacement in modern high-rise buildings.

TESTING A MODIFIED METHOD FOR PREDICTING LIFESPAN

The testing was based on the hypothesis that it should be possible to overcome the limitations of the existing test method in the same way it was first developed—by making repeated measurements of dew-point temperature over time. The intent was to apply a performance measurement technique using accelerated laboratory testing to determine if the technique could be successfully used to predict when units would fog.

Twelve standard test-size insulated glass units were obtained from an accredited Toronto area manufacturer. The test program consisted of

- Initial examination of the units, including destruction of three units to measure desiccant moisture content.
- Repeated cycles of exposure to elevated temperature and humidity to increase the rate of water vapour transmission into the cavity and thus increasing the cavity moisture content and dew-point temperature.
- Measurement of the dew-point temperature of the units was between exposure cycles.
- Development of mathematical models, based on test measurements, to predict future dew-point temperatures and time to fogging. Subsequent dew-point temperature measurements were compared against predicted values to refine the models and the best model was selected.

The initial goal was to induce fogging through elevated temperature and humidity exposure only. However, to meet schedule and funding limitations, modifications to the test procedure were necessary to accelerate failure. Due to difficulties with mathematically predicting time to fogging of the test units during the test program, the development of the models was delayed until all the test data was available. Several prediction models were attempted using the commonly available spreadsheet program Microsoft Excel with one showing greater promise than the others.

The prediction model uses the "Forecast" function in Excel to work with existing data to predict future data. Principally, this function uses the average and standard deviation of the data for as many measurement periods as there are.

From the research, the following three distinct stages of prediction of time to fogging emerge.

Stage 1: Dew-point Temperature Not Measurable – No Prediction Possible

The apparatus used for field measurement of dew-point temperature of the insulating glass unit cavity gas fill uses solidified carbon dioxide ("dry ice") to cool the cavity-side surface of one of the glass panes until condensation occurs. As long as the dew-point temperature of the cavity gas fill is lower than about –73°C, it cannot be measured and therefore, no prediction of time to fogging can be made.

Stage 2: Prediction of the Average Dew-point Temperature

Once dew-point temperatures are measurable, it is possible to begin time to fogging predictions.

It is proposed that prediction of time to fogging should only be calculated when the majority of the units in the sample set have measurable dew-point temperatures. It is reasonable to expect that a more accurate prediction would be made with more data (dew-point measurements) at each measurement period. Further work is required to determine how large of a "majority" is required (such as 51 per cent, 66 per cent, and so on). From this analysis the following conclusions were drawn:

- At least three sets of measured dew-point temperatures are needed to make a prediction of time to fogging.
- The accuracy of prediction will change, and become more accurate, as more sets of dew-point temperatures become available.
- The accuracy of prediction can be increased by careful review of trends of dew-point temperature increase, comparing trends for individual units to the overall, and making repeated predictions without suspect units.

Stage 3: Broadening the Prediction

The same method used to predict future average dew-point temperatures (the "Forecast" function in MS Excel) can also be used to predict future standard deviation of dew-point temperatures from the average, and thus the future variation of dew-point temperatures. This would allow prediction of when units that have dew-points higher than the average may fog.

CONCLUSIONS

The research report reviewed the fundamentals of insulating glass unit performance, the factors affecting life span, current methods for predicting IGU lifespan, and then presented a method for field estimation of lifespan (time to fogging). A laboratory experiment to confirm the method was described, carried out, and the results presented and analyzed. It confirmed that methods of estimating life span of insulating glass units are likely to be unreliable without also obtaining *in-situ* measurement of dew-point temperatures.

Predictions of time to fogging based on the progressive results of the experiment, using embedded functions in the spreadsheet program (MS Excel) were shown to be accurate, when compared against actual laboratory data.

It can therefore reasonably be concluded that a method to predict time to fogging of insulating glass units has been identified and proven accurate.

In summary, the method consists of

- Establishment of a representative sample of the population of insulating glass units in a subject building: A review should be made to determine the likelihood that there may be sub-populations that may have different times to failure, and thus should be tracked separately. Multiple samples should be established accordingly.
- Periodic, indirect, measurements of the dew-point temperature of the cavity gas fill of sample units:

  Measurements should be made in warm weather because dew-point temperatures can be measured earlier than during cold weather. This allows more sets of dew-point measurements to be made which in turn should allow for longer-term predictions of time to fogging.
- After at least three sets of dew-point temperatures have been accumulated, preparation of predictions of time to fogging. Readily available prediction tools, such as the "Forecast" function in MS Excel, can be used. As more measurements are made, predictions should be repeated to improve the accuracy of the estimated time to fogging.

RECOMMENDATIONS

The research findings advance the prediction of time to fogging. Further work is required as follows:

- Further laboratory assessment in a timeframe that does not require intentional breach of the perimeter seal to induce failure.
- *In-situ*, field measurements and predictions of time to fogging. Subject buildings that have insulating glass units with measurable dew-point temperatures should be selected. Such a program could be lengthy, depending on the age of the units monitored and the type and severity of conditions affecting lifespan.

CMHC Project Manager: Luis de Miguel

Consultant: Gerald R. Genge Building Consultants Inc.

This project was funded (or partially funded) by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) under the terms of the External Research Program (ERP), an annual research grant competition. The views expressed are the personal views of the author(s) and do not represent the official views of CMHC. For more information on the ERP, please visit the CMHC website at **www.cmhc.ca** or contact the Project Officer, Responsive Programs by e-mail at erp@cmhc-schl.gc.ca, or by regular mail: Project Officer, Responsive Programs, External Research Program, Policy and Research Division, Canada Mortgage and Housing Corporation, 700 Montreal Road, Ottawa ON K1A 0P7.

To find more *Research Highlights* plus a wide variety of information products, visit our website at

www.cmhc.ca

or contact:

Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7

Phone: 1 800 668-2642
Fax: 1 800 245-9274

©2005, Canada Mortgage and Housing Corporation
Printed in Canada
Produced by CMHC 27-10-05

OUR WEBSITE ADDRESS: www.cmhc.ca

Although this information product reflects housing experts' current knowledge, it is provided for general information purposes only. Any reliance or action taken based on the information, materials and techniques described are the responsibility of the user. Readers are advised to consult appropriate professional resources to determine what is safe and suitable in their particular case. Canada Mortgage and Housing Corporation assumes no responsibility for any consequence arising from use of the information, materials and techniques described.

64911

LE POINT EN RECHERCHE

Decembre 2005

Série technique 05-117

PRÉVISION DU MOMENT DE L'EMBUAGE DES VITRAGES ISOLANTS

INTRODUCTION

Prévoir le moment inévitable où il faudra réparer ou remplacer les vitrages isolants (Figure 1) est un défi de taille pour les gérants d'immeubles. Ils doivent d'abord connaître la durée de vie probable des vitrages, puis recueillir régulièrement des données sur leur rendement réel. La planification du rendement des vitrages isolants et des ressources financières nécessaires à leur remplacement éventuel est de toute première importance pour les sociétés de copropriété.

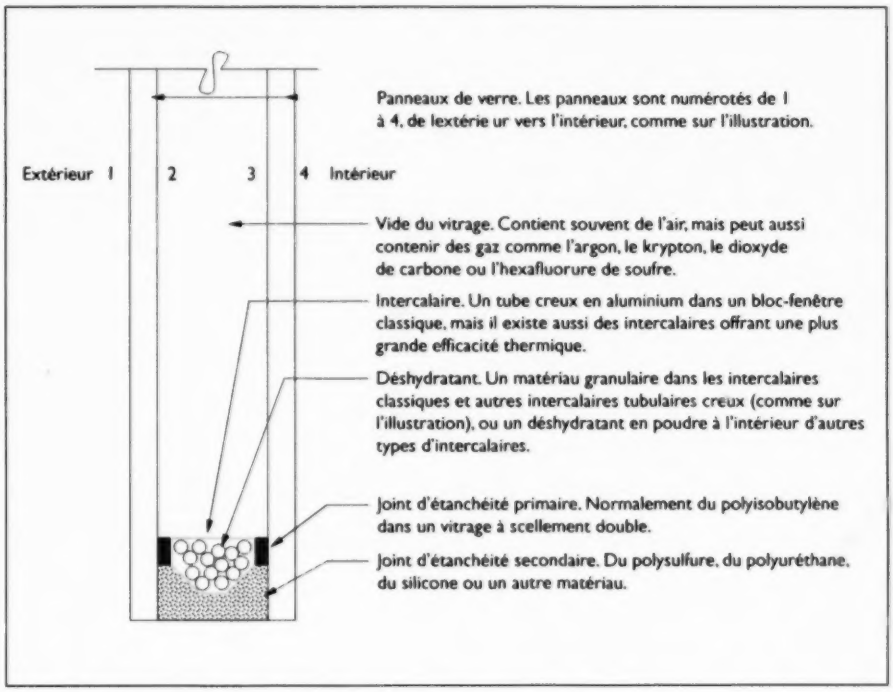
Extérieur 1
2
3
4 Intérieur
Panneaux de verre. Les panneaux sont numérotés de 1 à 4, de lextérie ur vers l'intérieur, comme sur l'illustration.
Vide du vitrage. Contient souvent de l'air, mais peut aussi contenir des gaz comme l'argon, le krypton, le dioxyde de carbone ou l'hexafluorure de soufre.
Intercalaire. Un tube creux en aluminium dans un bloc-fenêtre classique, mais il existe aussi des intercalaires offrant une plus grande efficacité thermique.
Déshydratant. Un matériau granulaire dans les intercalaires classiques et autres intercalaires tubulaires creux (comme sur l'illustration), ou un déshydratant en poudre à l'intérieur d'autres types d'intercalaires.
Joint d'étanchéité primaire. Normalement du polyisobutylène dans un vitrage à scellement double.
Joint d'étanchéité secondaire. Du polysulfure, du polyuréthane, du silicone ou un autre matériau.

Figure 1 : Coupe transversale d'un vitrage isolant caractéristique

Grâce aux observations effectuées dans un grand nombre d'immeubles ayant des composantes semblables, les gérants d'immeubles peuvent établir des corrélations entre les signes visibles de détérioration et le moment probable où ils auront à réparer ou à remplacer les vitrages isolants. En l'absence de signes visibles de détérioration, il est beaucoup plus difficile de prévoir le moment où surviendront les défaillances. On parle généralement de « défaillance » d'un vitrage isolant quand la visibilité à travers le vitrage est réduite par de la condensation (buée) qui se forme entre les panneaux de verre. Aucun signe visible ne permet habituellement de prévoir le moment où la défaillance se produira. De ce fait, les propriétaires d'immeubles ont du mal à déterminer les sommes qu'ils doivent mettre de côté en vue d'éventuels travaux de réparation et de remplacement.

Dans le cadre du Programme de subventions de recherche de la SCHL, la firme Gerald R. Genge Building Consultants Inc. a mené des travaux de recherche visant à évaluer les méthodes permettant de prévoir le moment de la défaillance des vitrages isolants, de manière à pouvoir suggérer des moyens de mieux anticiper le moment des défaillances.

OBJECTIFS

La recherche dont il est ici question avait pour but de consigner des données sur la façon dont se produisent habituellement les défaillances des vitrages isolants et de suggérer des moyens d'aider les gérants d'immeubles à prévoir ces défaillances et à planifier les travaux de remplacement.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

Voici un aperçu des objectifs visés :

- Rechercher dans la documentation sur le sujet de l'information sur le rendement et les modes de défaillance des vitrages isolants.
- Évaluer les méthodes existantes de prévision de la défaillance des vitrages isolants.
- Suggérer et tester de nouveaux outils de prévision.
- Recommander un plan d'action.

RENDEMENT DES VITRAGES ISOLANTS

Ce volet de la recherche consistait à étudier et à résumer l'information expliquant pourquoi et comment les défaillances des vitrages isolants se produisent. Le moment de l'embuage est en lien direct avec les facteurs suivants :

- **Taux d'humidité de la lame de gaz :** Celui-ci dépend de la quantité de vapeur d'eau adsorbée par le déshydratant au moment où celui-ci est exposé à l'air de l'usine. L'adsorption est la condensation de la vapeur d'eau sur la surface du dessicant. Il n'y a pas de combinaison chimique. Si tel était le cas, il aurai de l'absorption. Si le déshydratant a adsorbé une grande quantité de vapeur d'eau pendant la fabrication du vitrage, son pouvoir d'adsorption se trouvera réduit par la suite et il suffira d'une moins grande quantité de vapeur d'eau se diffusant à l'intérieur du vitrage par les joints périmétriques pour provoquer l'embuage.
- **Perméabilité et surface transversale des joints d'étanchéité sur le pourtour du vitrage :** Les joints d'étanchéité sur le pourtour des vitrages isolants n'ont pas tous la même perméabilité (figure 2). Les joints d'étanchéité de polyisobutylène sont ceux qui offrent la résistance la plus grande lorsqu'on les compare aux joints de polysulfure, de polyuréthane ou de silicone. Le volume d'air piégé à l'intérieur des vitrages isolants subit des variations qui entraînent la flexion des panneaux de verre vers l'extérieur ou vers l'intérieur du vitrage (figure 3) et, du coup, l'étirement ou la compression des joints d'étanchéité périmétriques. Or, ces mouvements influencent la longueur et la surface des joints d'étanchéité et, par conséquent, leur perméance.

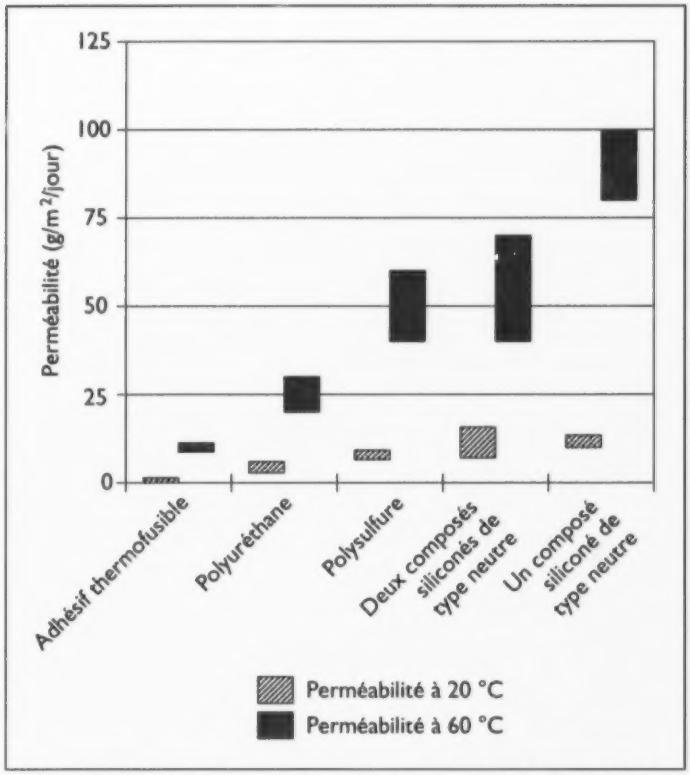

Figure 2 : Vitesse de transmission de la vapeur d'eau (perméabilité) à travers différents joints d'étanchéité de vitrages isolants

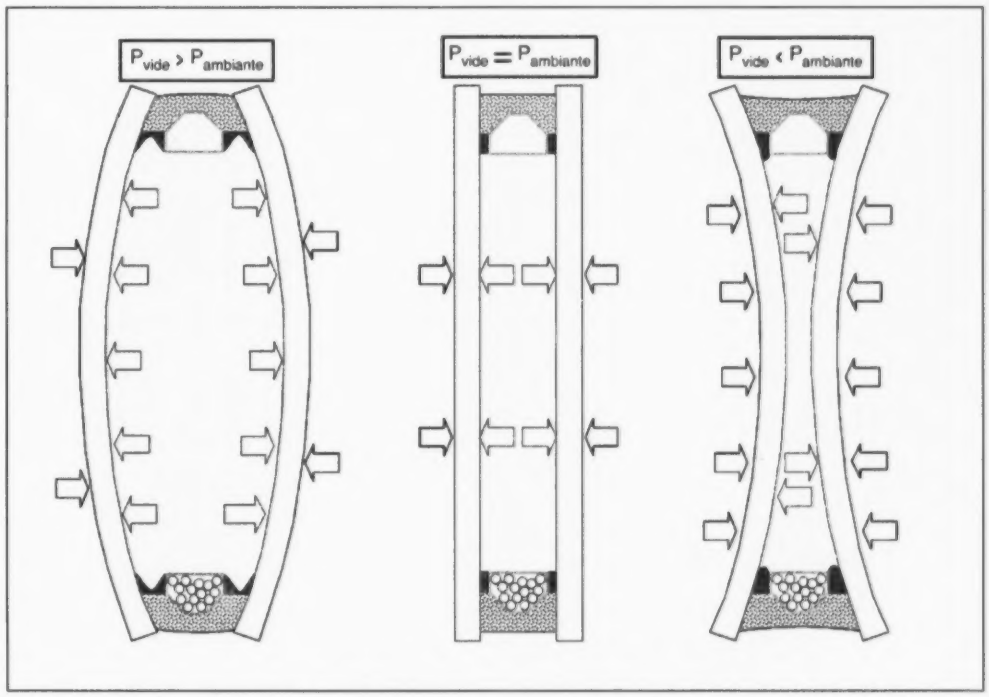

Figure 3 : Influence de la flexion des panneaux sur la configuration des joints d'étanchéité

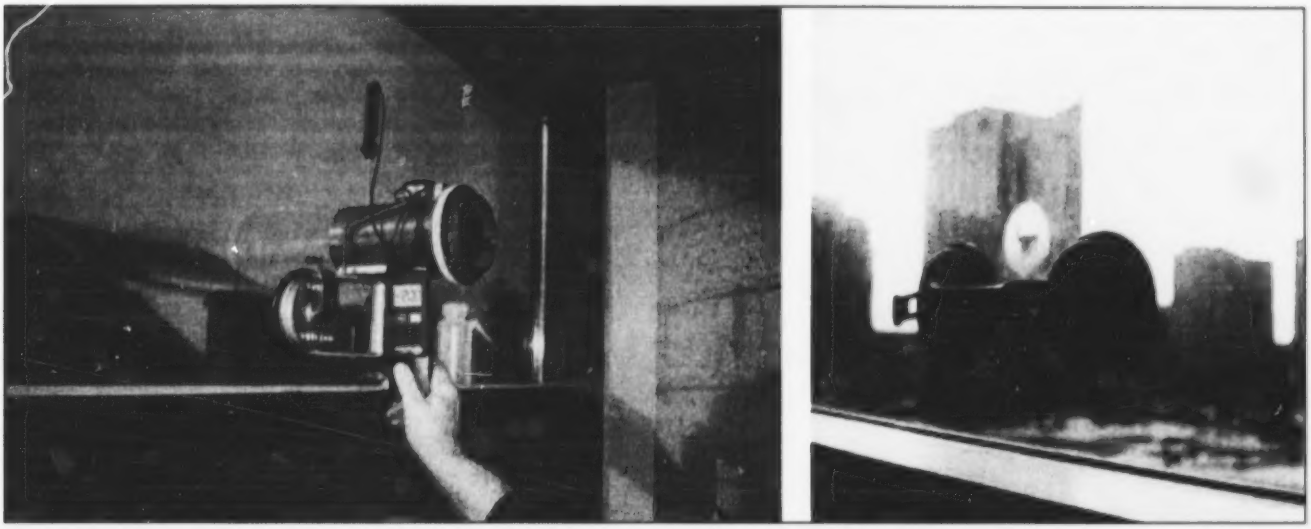

Figure 4 : Appareil de mesure de la température du point de rosée : (À gauche) L'appareil est monté sur un vitrage isolant en contact avec le panneau de verre intérieur. Un thermomètre numérique inséré dans l'appareil mesure la température de celui-ci lorsqu'il est en contact avec le panneau. (À droite) L'appareil a été enlevé (sauf les ventouses), révélant un cercle de condensation ou de givre sur la face du panneau donnant sur le vide, directement sous la surface refroidie par le contact avec l'appareil.

- **Nature et quantité du déshydratant :** Le déshydratant dont est rempli l'intercalaire périmétrique doit adsorber la vapeur d'eau et tout composé volatil que peuvent contenir les scellants et les peintures. Plus la quantité de déshydratant est grande, plus grande sera la durée de vie du vitrage, et vice-versa.
- **Milieu de service :** L'écart entre la concentration de vapeur d'eau qui règne dans la lame de gaz et celle qui règne dans l'environnement auquel le joint d'étanchéité périmétrique est exposé à l'extérieur du vitrage a une incidence sur la durée de vie du vitrage. La vitesse de transmission de la vapeur d'eau à travers les joints d'étanchéité est plus grande quand les vitrages sont exposés à des milieux de service plus humides, avec pour conséquence de rapprocher le moment de l'embuage. Un contact prolongé avec de l'eau à l'état liquide amène une détérioration des joints d'étanchéité périmétriques et une accélération de l'embuage à l'intérieur du vitrage (on considère qu'il s'agit là de la cause la plus fréquente de l'embuage prématuré des vitrages).

MÉTHODE EXISTANTE DE PRÉVISION DE LA DURÉE DE VIE DES VITRAGES ISOLANTS

Une méthode de prévision du moment de l'embuage des vitrages isolants installés dans des immeubles a été proposée dans les années 1980 (Spetz). Cette méthode utilise une détermination indirecte de la température du point de rosée dans le vide du vitrage isolant (figure 4) pour évaluer le degré de saturation du déshydratant que contient l'intercalaire, à partir de quoi est inféré le moment probable de l'embuage.

En établissant un rapprochement entre les mesures de la température du point de rosée et les données techniques fournies par le fabricant, il est possible d'évaluer la teneur en eau du déshydratant (les vitrages dont le déshydratant a une teneur en eau frôlant la saturation ont de fortes chances de s'embuer à court terme). Cette méthode conduit aux prévisions suivantes :

- Si la température du point de rosée est inférieure à –62 °C (–80 °F), il n'y a pratiquement pas d'humidité dans le vide du vitrage isolant, ce qui permet de prévoir que celui-ci restera clair pendant très longtemps.
- Si la température du point de rosée se situe entre –62 °C (–80 °F) et –18 °C (0 °F), le vide du vitrage renferme un peu d'humidité, ce qui laisse prévoir que le vitrage restera clair pendant moins longtemps que les vitrages pour lesquels la température du point de rosée est inférieure à –62 °C (–80 °F).
- Si la température du point de rosée se situe entre –18 °C (0 °F) et 0 °C (+32 °F), le vide du vitrage renferme beaucoup d'humidité, ce qui laisse prévoir que le vitrage isolant aura une durée de vie relativement courte. L'évaluation de la durée de vie utile restante nécessite de l'information sur la construction des vitrages, notamment sur la nature du déshydratant et son fabricant.

- Si la température du point de rosée est supérieure à 0 °C (32 °F), on peut s'attendre à ce que les surfaces vitrées exposées au vide du vitrage s'embuent de façon permanente avant deux ans.

La méthode comporte deux inconvénients importants. D'abord, elle oblige à se renseigner sur le type de déshydratant qui a été employé et sur son fabricant, si toutefois le fabricant du vitrage isolant est toujours en affaires et qu'il veut bien coopérer. Ensuite, il n'y a que la dernière prévision qui s'assortisse d'une mesure de la durée de vie restante (deux ans), ce qui ne laisse pas suffisamment de temps aux propriétaires pour accumuler la somme respectable nécessaire au remplacement des vitrages dans les gratte-ciel modernes.

MISE À L'ESSAI D'UNE MÉTHODE MODIFIÉE DE PRÉVISION DE LA DURÉE DE VIE

La mise à l'essai de la méthode modifiée reposait sur l'hypothèse qu'il devait être possible de surmonter les limites de la méthode existante en procédant de la même façon que lors de l'élaboration de la première méthode, c.-à-d. en faisant des mesures répétées de la température du point de rosée à différents moments. L'intention était d'appliquer une technique de mesure du rendement par des essais accélérés en laboratoire destinés à déterminer si la technique pouvait être utilisée avec succès pour prévoir le moment de l'embuage des vitrages.

Un fabricant accrédité de la région de Toronto a fourni à des fins d'essais 12 blocs-fenêtres à vitrage isolant de grandeur uniforme. Voici en quoi consistait le programme d'essais :

- examen initial des vitrages et destruction de trois d'entre eux pour mesurer la teneur en eau du déshydratant
- cycles répétés d'exposition à des niveaux élevés de température et d'humidité pour accroître le taux de transmission de la vapeur d'eau dans le vide du vitrage et ainsi augmenter dans celui-ci le taux d'humidité et la température du point de rosée
- mesure de la température du point de rosée dans les vitrages entre les cycles d'exposition
- élaboration de modèles mathématiques fondés sur les mesures prises lors des essais, dans le but de prévoir les températures du point de rosée futures et le moment de l'embuage. Les mesures ultérieures de la température du point de rosée ont été comparées aux valeurs prévues de manière à améliorer les modèles et à ne retenir que le meilleur.

L'objectif initial était de provoquer l'embuage uniquement par l'exposition à des niveaux élevés de température et d'humidité. Toutefois, du fait de contraintes de temps et de budget, il a fallu apporter des modifications aux méthodes d'essai de manière à accélérer la défaillance des vitrages. Comme il a été difficile de prévoir mathématiquement le moment de l'embuage des vitrages pendant le programme d'essais, l'élaboration des modèles a été repoussée jusqu'au moment où toutes les données d'essai ont été disponibles. Plusieurs modèles de prévision ont été mis à l'essai à l'aide du tableur Microsoft Excel, et l'un d'entre eux s'est révélé plus prometteur que les autres.

Le modèle de prévision utilise la fonction « Prévision » du programme Excel pour prévoir des valeurs futures à partir de données existantes. Cette fonction utilise surtout la moyenne et l'écart-type des données pour chacune des périodes de mesure.

La recherche fait ressortir les trois stades distincts de prévision du moment de l'embuage que voici :

Stade 1 : Température du point de rosée impossible à mesurer... aucune prévision possible

L'appareil utilisé pour mesurer sur place la température du point de rosée de la lame de gaz des vitrages isolants fait appel à du dioxyde de carbone à l'état solide (de la « glace sèche ») pour refroidir la surface d'un panneau vitré donnant sur le vide du vitrage jusqu'à ce que de la condensation se forme. Tant que la température du point de rosée de la lame de gaz est inférieure à environ –73 °C, elle ne peut pas être mesurée et il est par conséquent impossible de prévoir le moment de l'embuage.

Stade 2 : Prévision de la température moyenne du point de rosée

À partir du moment où les températures du point de rosée sont mesurables, il est possible de commencer à faire des prévisions quant au moment de l'embuage.

Il est proposé que la prévision du moment de l'embuage ne soit calculée qu'à partir du moment où il est possible de mesurer les températures du point de rosée pour la majorité des vitrages compris dans l'échantillon. Il est raisonnable de s'attendre à une prévision plus juste si les données (mesures des températures du point de rosée) sont plus nombreuses à chaque période de mesure. Il reste à déterminer à quel pourcentage des échantillons correspond la « majorité » nécessaire (51 %, 66 %, et le reste).

Voici les conclusions qui ont été tirées de cette analyse :

- Il faut au moins trois jeux de mesures des températures du point de rosée pour avancer une prévision du moment de l'embuage.
- L'exactitude de la prévision varie et est de plus en plus grande au fur et à mesure que s'accroît le nombre de températures du point de rosée connues.
- Il est possible d'accroître l'exactitude d'une prévision en étudiant attentivement les tendances à l'augmentation de la température du point de rosée, en comparant les tendances observées pour certains vitrages à celles qui sont observées pour l'ensemble des vitrages et en faisant des prévisions répétées sans les vitrages suspects.

Stade 3 : Extrapolation des prévisions

La même méthode qui est utilisée pour prévoir les températures moyennes du point de rosée futures (la fonction « Prévision » de MS Excel) peut aussi servir à prévoir l'écart-type futur entre les températures du point de rosée et la moyenne, et donc la variation future dans les températures du point de rosée. Cette méthode permettrait de prévoir à quel moment les vitrages qui ont des températures du point de rosée supérieures à la moyenne risquent de s'embuer.

CONCLUSIONS

Le rapport de recherche présente une méthode d'évaluation sur place de la durée de vie des vitrages isolants (moment de l'embuage) au terme d'une analyse des principes fondamentaux expliquant leur rendement, des facteurs qui agissent sur leur durée de vie et sur les méthodes actuelles de prévision de leur durée de vie. Il décrit l'expérience de laboratoire visant à confirmer la méthode qui a été utilisée, en présente les résultats et les analyse. Cette expérience a confirmé que les méthodes d'évaluation de la durée de vie des vitrages isolants risquent d'être peu fiables en l'absence de mesures faites sur place des températures du point de rosée.

Les prévisions du moment de l'embuage faites à partir des résultats de l'expérience et à l'aide des fonctions intégrées d'un tableur (MS Excel) se sont révélées précises une fois qu'elles ont été confrontées aux données réelles recueillies en laboratoire.

Il est par conséquent raisonnable de conclure qu'une méthode permettant de prévoir le moment de l'embuage des vitrages isolants a été mise au point et se révèle précise.

En bref, voici en quoi consiste la méthode :

- Établissement d'un échantillon représentatif de la population des vitrages isolants dans un immeuble donné. Vérification souhaitable visant à déterminer l'existence éventuelle de sous-populations pour lesquelles le moment de la défaillance pourrait être différent et qui nécessiteraient par conséquent un suivi distinct. Établissement d'échantillons multiples, au besoin.
- Mesures indirectes et périodiques de la température du point de rosée de la lame de gaz des vitrages faisant partie de l'échantillon :

  Ces mesures devraient être effectuées par temps doux, car les températures du point de rosée peuvent être faites avant que ne s'installe le temps froid. Ceci permet d'obtenir davantage de séries de mesures de la température du point de rosée et, éventuellement, des prévisions à plus long terme du moment de l'embuage.
- Préparation des prévisions du moment de l'embuage après qu'au moins trois séries de températures du point de rosée ont été recueillies. Il est possible d'utiliser des outils de prévision facilement accessibles, comme la fonction « Prévision » du tableur MS Excel. Dès que des mesures sont prises, les prévisions du moment de l'embuage devraient être refaites de manière à améliorer leur exactitude.

RECOMMANDATIONS

Les résultats de la recherche font progresser la prévision du moment de l'embuage. Des travaux ultérieurs devraient poursuivre les objectifs suivants :

- Lors des évaluations faites en laboratoire, trouver un moyen de provoquer la défaillance des vitrages dans un délai qui ne nécessite pas le bris intentionnel du joint d'étanchéité périmétrique.
- Recueillir des données sur place et faire des prévisions du moment de l'embuage. Il faudrait choisir, aux fins des études, des immeubles qui possèdent des vitrages isolants dont on peut mesurer les températures du point de rosée. Cet exercice risque d'être long, le temps nécessaire variant en fonction de l'âge des vitrages à l'étude, des conditions qui influent sur leur durée de vie et de la gravité de ces conditions.

Directeur de projet : Luis de Miguel

Consultants pour le projet de recherche :
Gerald R. Genge Building Consultants Inc.

Ce projet a été réalisé (ou réalisé en partie) grâce au soutien financier de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) dans le cadre de son Programme de subventions de recherche, subventions qui sont octroyées au terme d'un concours annuel. Les idées exprimées sont toutefois celles de l'auteur (ou des auteurs) et ne représentent pas la position officielle de la SCHL. Pour en savoir plus sur ce programme, visitez le site Web de la SCHL à **www.schl.ca** ou communiquez avec l'agent de projets, Recherche d'initiative privée, par courriel, à erp@cmhc-schl.gc.ca, ou par la poste à : Agent de projets, Recherche d'initiative privée, Programme de subventions de recherche, Division de la recherche et des politiques, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 700 chemin de Montréal, Ottawa (Ontario) K1A 0P7.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web à

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1 800 668-2642
Télécopieur : 1 800 245-9274

©2005, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 27-10-05

NOTRE ADRESSE SUR LE WEB : www.schl.ca

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

64912